

(Translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: February 28, 2000

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2000-051917

Applicant(s): Hitachi, Ltd.
Hitachi Metals, Ltd.

December 15, 2000

Commissioner,
Patent Office

Kozo OIKAWA (seal)

Certificate No. 2000-3105020

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

jc868 U.S. PT
09/785417
02/20/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 2月28日

出願番号
Application Number:

特願2000-051917

出願人
Applicant(s):

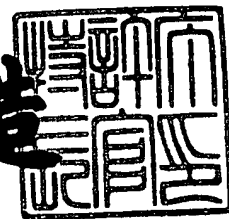
株式会社日立製作所
日立金属株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年12月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3105020

【書類名】 特許願

【整理番号】 H902254

【提出日】 平成12年 2月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/66

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 西田 靖孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 ▲高▼野 公史

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市三ヶ尻 5 2 0 0 番地 日立金属株式会社
磁性材料研究所内

【氏名】 望月 正文

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000005083

【氏名又は名称】 日立金属株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 裏打ち磁性層を有する垂直磁気記録媒体と、前記垂直磁気記録媒体に磁気記録を行う磁気記録ヘッドとを備える磁気記録再生装置において、

前記垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚みを T_{bl} 、飽和磁束密度を B_{s2} とし、前記磁気記録ヘッドの磁極のうち前記垂直磁気記録媒体に最終的に磁化反転を記録する主磁極の浮上面近傍のトラック方向の磁極厚を T_m 、トラック幅を T_w 、飽和磁束密度を B_{s1} とするとき、

$$T_{bl} < (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_{ww}))$$

を満たすことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気記録再生装置において、前記裏打ち磁性層の厚み T_{bl} が

$$T_{bl} > 0.25 (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_{ww}))$$

を満たすことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の磁気記録再生装置において、 $T_{ww} < 0.5 \mu m$ であることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 4】 請求項 1, 2 又は 3 記載の磁気記録再生装置において、前記磁気記録ヘッドは前記主磁極と他の磁極との距離が $0.5 \mu m$ 以上であることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 5】 請求項 3 又は 4 記載の磁気記録再生装置において、前記垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚み T_{bl} が $0.2 \mu m$ 以下であることを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、裏打ち磁性層を有する垂直磁気記録媒体（二層垂直磁気記録媒体）を用いた磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

二層垂直磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置においては、記録ヘッドの主磁極から出た磁束は、二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層を通して磁気ヘッドの補助磁極に入り、そこから主磁極に戻るという磁路を通る。従来の垂直磁気記録媒体は、裏打ち磁性層の磁氣的飽和を避けるために裏打ち磁性層を厚くする設計が採られていた。

【0003】

図4は、従来モデルでの磁束の流れるパスの断面を説明する図である。図4に示すように、磁気ヘッドの主磁極1からの磁束によって垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層6が飽和しないためには、主磁極先端面10から出た磁束が通る裏打ち磁性層内磁束パス断面11の面積と、裏打ち磁性層6の飽和磁束密度とで限界が決まり、主磁極1のトラック幅 T_{ww} 、主磁極1の飽和磁束密度 B_{s1} 、主磁極1の厚み T_m 、裏打ち磁性層6の飽和磁束密度 B_{s2} 、裏打ち磁性層の厚み T_{b1} が次の関係式、

$$T_{ww} \times T_{b1} \times B_{s2} > T_{ww} \times T_m \times B_{s1}$$

即ち

$$T_{b1} \times B_{s2} > T_m \times B_{s1} \quad \text{式(1)}$$

を満たす必要があると考えて、厚い裏打ち磁性層を設けた垂直磁気記録媒体が作成されていた。

【0004】

例えば、特開平10-283624号公報には厚さ600nmの裏打ち磁性層を用いる二層垂直磁気記録媒体が記載され、特開平10-283624号公報には厚さ520nmの裏打ち磁性層を用いる二層垂直磁気記録媒体が記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来の考え方では、例えば、主磁極の飽和磁束密度 B_s が1.6T、厚み T_m が0.5 μ m、裏打ち磁性層の飽和磁束密度 B_s が1.2Tの場合、式(1)から、裏打ち磁性層の厚み T_{b1} は、0.67 μ m以上の厚いものを必要とすること

になる。これは、現在の面内磁気記録媒体の磁気記録層の膜厚が数十 nm 以下であるのに対して、その 10 倍以上であり、成膜レートが同程度とすると成膜時間が 10 倍以上となり生産効率が低下し、コストの増大につながる。また、スパッタに用いるターゲットの消費量も増え、コスト増となる。また、膜厚を厚くすると結晶成長の不均一性のために表面の平滑性が劣化する。高密度磁気記録媒体には、ヘッド媒体間スペーシングの低減のために表面の平滑性が要求されており、問題となる。このため、従来の二層垂直磁気記録媒体は、面内磁気記録媒体や単層垂直磁気記録媒体に比べて不利であった。

【0006】

裏打ち磁性層を厚くせずに裏打ち磁性層の飽和を避けるためには、磁気ヘッドの主磁極を薄くするか、裏打ち磁性層の飽和磁化 (B_s) を非常に高くする必要がある。しかし、媒体記録層の保磁力 (H_c) が比較的大きな場合には、記録磁界強度を高くする必要がある、主磁極を薄くすると主磁極の飽和が問題となる。また、裏打ち磁性層の飽和磁化をそれほど高くする材料が見つかっていないなどの問題があった。

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑み、二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の飽和を回避しながら裏打ち磁性層の厚みを従来より薄く設計した磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、裏打ち磁性層の厚み設計に、記録ヘッドのトラック幅、トラック端部の効果を考慮することによって、トラック幅が小さい場合に裏打ち磁性層の厚みを低減可能であることを見出した。図 1、図 2 を用いて、二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚みに関し、本発明者が見出した関係式を説明する。

【0008】

図 1 は、記録ヘッドの先端を浮上面側から見た略図であり、裏打ち磁性層内の磁束の流れを説明する図である。磁気記録媒体に磁化転移を記録する磁気ヘッドの主磁極 1 から出た磁束 3 は、磁気記録媒体の裏打ち磁性層を経由して磁気ヘッドの補助磁極 2 に戻る。磁束 3 の流れるパスは、トラック中心で主磁極 1 と補

助磁極 2 の対向面をほぼまっすぐに流れるパス A と、主磁極 1 の側面方向から補助磁極 2 に戻るパス B、主磁極 1 の端部近傍の背面側から回りこんで補助磁極 2 に戻るパス C の 3 つに分類できる。また、主磁極 1 については、パス A しかもないトラック中心部の領域 I と、パス A、B、C の 3 つを持つ両端の領域 II とに分類できる。

【 0 0 0 9 】

図 2 は、磁気ヘッドの主磁極 1 の先端部と二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層 6 を示す略図であり、磁束の流れるパスの断面を説明する図である。主磁極 1 の領域 II の幅を W_s と仮定する。また、主磁極 1 の膜厚を T_m 、主磁極 1 のトラック幅を T_{ww} 、主磁極 1 の飽和磁束密度を B_{s1} 、裏打ち磁性層 6 の層厚を T_{bl} 、裏打ち磁性層 6 の飽和磁束密度を B_{s2} とする。主磁極 1 の領域 I から出た磁束によって裏打ち磁性層 6 が飽和しない限界は、主磁極 1 の領域 I の先端面積と飽和磁束密度 B_{s1} との積が、裏打ち磁性層 6 のパス A となる膜面平行の面積と飽和磁束密度 B_{s2} との積と等しいときである。即ち、次式が成立するときである。

【 0 0 1 0 】

$$B_{s2} \times T_{bl} \times (T_{ww} - 2W_s) = B_{s1} \times T_m \times (T_{ww} - 2W_s)$$

上式は整理すると、次の式 (1') となる。

【 0 0 1 1 】

$$B_{s2} \times T_{bl} = B_{s1} \times T_m \quad \text{式 (1')}$$

【 0 0 1 2 】

領域 II については、前記した 3 つのパス A、B、C の全てについて、領域 I と同様に面積と飽和磁束密度の積の関係を満たす必要がある。即ち、

$$B_{s2} \times (T_{bl} \times W_s + T_{bl} \times W_s + T_{bl} \times T_m) = B_{s1} \times T_m \times W_s$$

故に

$$B_{s2} \times T_{bl} \times (2W_s + T_m) = B_{s1} \times T_m \times W_s \quad \text{式 (2)}$$

を満たす必要がある。

【 0 0 1 3 】

主磁極 1 の膜厚 T_m に対して、主磁極 1 と補助磁極 2 の距離が同程度か又は大

きく、トラック幅が同程度か又は小さい場合には式(2)が十分条件となり、この場合、 T_{ww} の限界は最大で W_s の2倍、すなわち、

$$T_{ww} = 2W_s \quad \text{式(3)}$$

となる。式(2)、(3)より、次の式(4)が導かれる。

【0014】

$$T_{bl} = (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_w)) \quad \text{式(4)}$$

【0015】

式(4)は、主磁極1からの磁束が全く損失なく裏打ち磁性層6に入り、補助磁極2に戻ることを仮定しており、現実には、式(4)は十分条件であり必要条件ではない。裏打ち磁性層6を必要以上に厚くすることは前述のように多くの問題を伴う。従って、裏打ち磁性層6の厚み T_{bl} は、次の式(5)を満たす厚みで十分であるといえることができる。

【0016】

$$T_{bl} < (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_w)) \quad \text{式(5)}$$

【0017】

裏打ち磁性層6の厚み T_{bl} についての以上の関係を確認するために行った計算の結果を図3に示す。図3は、磁気ヘッドの主磁極のトラック幅 T_{ww} が $0.4 \mu m$ の場合について、磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚み T_{bl} を変化させて主磁極下での最大記録磁界強度を求め(主磁極下の磁界は分布を持ち完全に一様ではないため、その最大値を求めた)、それをグラフにしたものである。縦軸は裏打ち磁性層の厚みが $0.5 \mu m$ のときの最大記録磁界強度で規格化してある。曲線は規格化磁界強度を示しており、裏打ち磁性層の厚みを小さくすると1より小さくなっていく。これは裏打ち磁性層の飽和による劣化のためである。

図には、次式において、 $K = 1.0$ に相当する裏打ち磁性層厚と、 $K = 0.25$ に相当する裏打ち磁性層厚に矢印を付して示した。

【0018】

$$T_{bl} = K \times (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_w))$$

【0019】

$K = 1.0$ の位置では規格化磁界強度はほぼ1となり、 $K = 0.25$ 近傍から

規格化磁界強度が急激に低下していることがわかる。磁気記録媒体を作製する場合、膜厚のバラツキがある程度発生することは避けられず、磁界強度が急激に変化する領域に中心値を設定した場合、磁界強度もそのバラツキの影響で大きく変化する事となり、問題である。従って、裏打ち磁性層厚の変化に対して、記録磁界強度の変化が緩やかで、磁界強度も確保できるという観点で、 $K=0.25$ が下限とすることができる。このことから、記録磁界強度の裏打ち磁性層厚依存性を小さくするには、裏打ち磁性層の厚みは式(5)に加えて次の式(6)の条件を満たすことが必要なことが分かる。

【0020】

$$T_{bl} > K \times (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_w)) \quad \text{式(6)}$$

$$K = 0.25$$

【0021】

図3から、上記条件下では裏打ち磁性層の厚み T_{bl} は $0.05 \sim 0.2 \mu m$ の範囲で十分であることが分かる。この $0.2 \mu m$ 以下という裏打ち磁性層の厚みは、従来の二層垂直磁気記録媒体における裏打ち磁性層の厚みと比較すると非常に薄いものである。

【0022】

式(5)及び式(6)は、主磁極1と補助磁極2の距離に比べてトラック幅が十分に小さい場合という条件、すなわち式(3)が成立するという条件のもとに導出されたものである。また、主磁極と他の磁極との距離が小さすぎると垂直記録に適さなくなってくる。更に、主磁極と補助磁極との距離が小さい場合、主磁極から出た磁束が、裏打ち磁性層まで到達せずに、補助磁極に戻ってくる経路の方が磁気抵抗が小さくなる可能性があり、そうすると記録磁界の垂直成分が弱まってしまう。このため、主磁極と補助磁極との距離は、ヘッド先端と裏打ち磁性層との距離よりも十分大きくする必要がある。

【0023】

式(3)が成立するための数値条件は、主磁極と補助磁極の全体のサイズに対する比率も関係するため一般的な形で提示するのは困難である。しかし、現実的な条件として考えると、現状以上の高記録密度を達成するためにはトラック幅 T

T_{ww} を $0.5 \mu\text{m}$ 以下とする必要があること、また、主磁極の膜厚 T_m は實際上 $0.5 \mu\text{m}$ 程度であることを勘案すると、式 (3) が成立するためには主磁極と補助磁極との距離を $0.5 \mu\text{m}$ 以上とする必要がある。すなわち、典型的には、トラック幅 T_{ww} が $0.5 \mu\text{m}$ 以下、主磁極と補助磁極との距離が $0.5 \mu\text{m}$ 以上の場合に、主磁極のトラック端部の効果が利いてきて、式 (3) の関係が成立する。このとき、垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚み T_{bl} は、例えば $0.2 \mu\text{m}$ 以下に設定することができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図 5 は、本発明による磁気記録再生装置の磁気ヘッド・磁気記録媒体部分の拡大図である。磁気記録媒体は、基板 9 上に裏打ち磁性層 6 と記録層 5 とを有する二層垂直磁気記録媒体である。記録ヘッドの主磁極 1 にはコイル 4 が巻かれ、このコイル 4 を流れる記録電流によって記録磁界が誘起される。また、主磁極 1 に磁氣的に結合された補助磁極 2 を有し、補助磁極 2 と対向する下部シールド 7 との間に再生素子 8 を持つ構造となっている。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、二層垂直磁気記録媒体及び記録ヘッドにおける磁束の流れを説明する図である。図 6 に示すように、磁気記録媒体は矢印方向に移動し、主磁極 1 によって記録層 5 に磁化転移が記録されていく。主磁極 1 が過ぎ去った領域は記録済み領域となり、主磁極 1 より前の部分はこれから記録される領域である。

【 0 0 2 6 】

本実施の形態では、主磁極 1 のトラック幅 T_{ww} は $0.4 \mu\text{m}$ 、膜厚 T_m は $0.5 \mu\text{m}$ 、飽和磁束密度 B_{s1} は 1.6 T である。補助磁極 2 は幅が $20 \mu\text{m}$ 、厚みが $3 \mu\text{m}$ 、飽和磁束密度 B_s が 1.0 T である。主磁極 1 と補助磁極 2 との距離 G_{lw} は $5.0 \mu\text{m}$ である。磁気記録媒体は、記録層 5 として膜厚 25 nm の CoCrPt 三元系材料を用い、その保磁力は約 3000 Oe である。また、裏打ち磁性層 6 は CoNbZr からなり、膜厚 T_{bl} が $0.01 \mu\text{m}$ 、飽和磁束密度 B_{s2} が 1.2 T である。

【 0 0 2 7 】

図 7 に、式 (4) に相当する記録トラック幅と裏打ち磁性層厚みの上限ラインと式 (6) に相当する下限ライン、及び本実施の形態の形態の位置を示す。本実施の形態の場合、

$$B s_1 \times T_m \times T_{ww} / 2 (B s_2 \times (T_m + T_{ww})) = 0.15 [\mu m]$$

であるから、裏打ち磁性層厚 T_{bl} は

$$0.15 \times 0.25 [\mu m] < T_{bl} = 0.1 [\mu m] < 0.15 [\mu m]$$

を満たしており、上限と下限の間にある。このときの補助磁極下での記録磁界強度は約 6 0 0 0 0 e である。記録磁界強度は保磁力の約 2 倍となっており、良好なオーバーライト特性が得られた。

【 0 0 2 8 】

本実施の形態で説明した記録ヘッドは、主磁極とこれに対向する補助磁極の 2 つの磁極で構成される磁極構造となっている。しかし本発明は、図 8 に示すような、補助磁極が主磁極の両側にあり、3 つの磁極からなる磁極構造も含め、実際に磁気記録を行う主たる磁極と磁束の戻り機能を持ち記録を行わない補助的な磁極とからなる記録ヘッドの磁極構造すべてに対して有効である。

【 0 0 2 9 】

また、本実施の形態で説明した二層垂直磁気記録媒体は、裏打ち磁性層（軟磁性層）の上に直接記録層を設けた構造になっているが、本発明は、図 9 に断面構造を略示するように、裏打ち磁性層の上に記録層の配向性を制御するための T_i 等の中間層を設けた構造の二層垂直磁気記録媒体や、図 10 に断面構造を略示するように、裏打ち磁性層の下に磁区制御のための裏打ち磁性層磁区固定層として $S m C o$ 等の磁性層を設けた二層垂直磁気記録媒体に対しても有効である。二層垂直磁気記録媒体の基板としては、 $N i A l P$ 基板、ガラス基板等を用いることができ、保護層としてはカーボン等を用いることができる。裏打ち磁性層としては上記の $C o N b Z r$ 以外に $N i F e$ 、 $F e A l S i$ 等を用いることができるし、記録層としては、上記した $C o C r P t$ 以外に $C o C r T a$ 、 $C o C r T a P t$ 、 $F e P t$ 等を用いることができる。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

本発明によると、裏打ち磁性層の厚み設計に記録ヘッドのトラック幅を考慮することで、トラック幅が小さい場合に裏打ち磁性層の厚みを低減することが可能となる。これにより、二層垂直磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の製造時間短縮、コスト低減が可能となる。また、媒体表面の平坦性も向上し、ヘッド浮上量の低減が可能となって高記録密度化が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

裏打ち磁性層内での磁束の流れを説明する図。

【図 2】

磁束の流れるパスの断面を説明する図。

【図 3】

本発明を裏付けるシミュレーション結果を示す図。

【図 4】

従来モデルでの磁束の流れるパスの断面を説明する図。

【図 5】

二層垂直磁気記録媒体と記録ヘッド構造を説明する図。

【図 6】

二層垂直磁気記録媒体及び記録ヘッドにおける磁束の流れを説明する図。

【図 7】

本発明での記録トラック幅と裏打ち磁性層厚の関係を示す図。

【図 8】

本発明が適用可能な記録ヘッド構造の他の例を示す図。

【図 9】

二層垂直磁気記録媒体構造の他の例を示す断面模式図。

【図 1 0】

二層垂直磁気記録媒体構造の他の例を示す断面模式図。

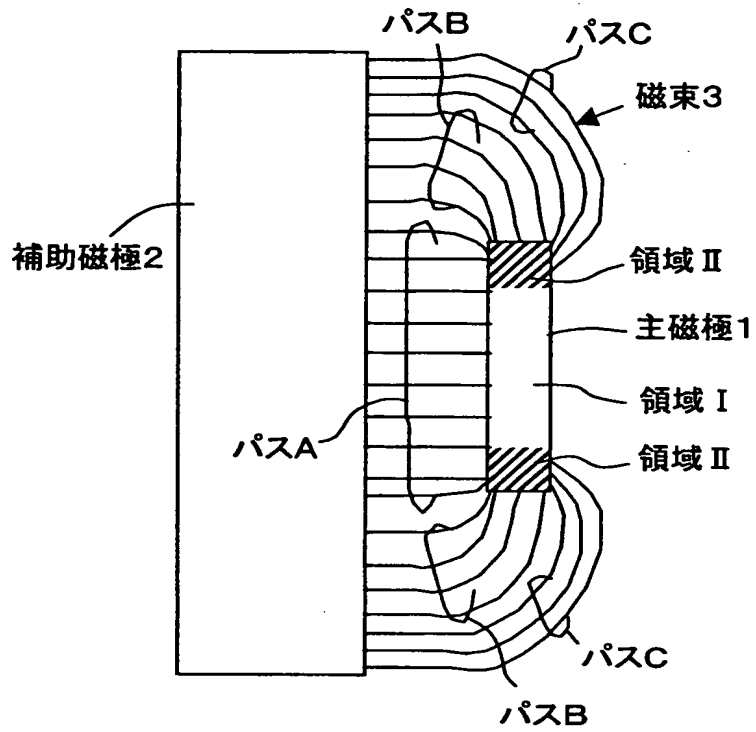
【符号の説明】

1 …主磁極、 2 …補助磁極、 3 …磁束、 4 …コイル、 5 …記録層、 6 …裏打ち

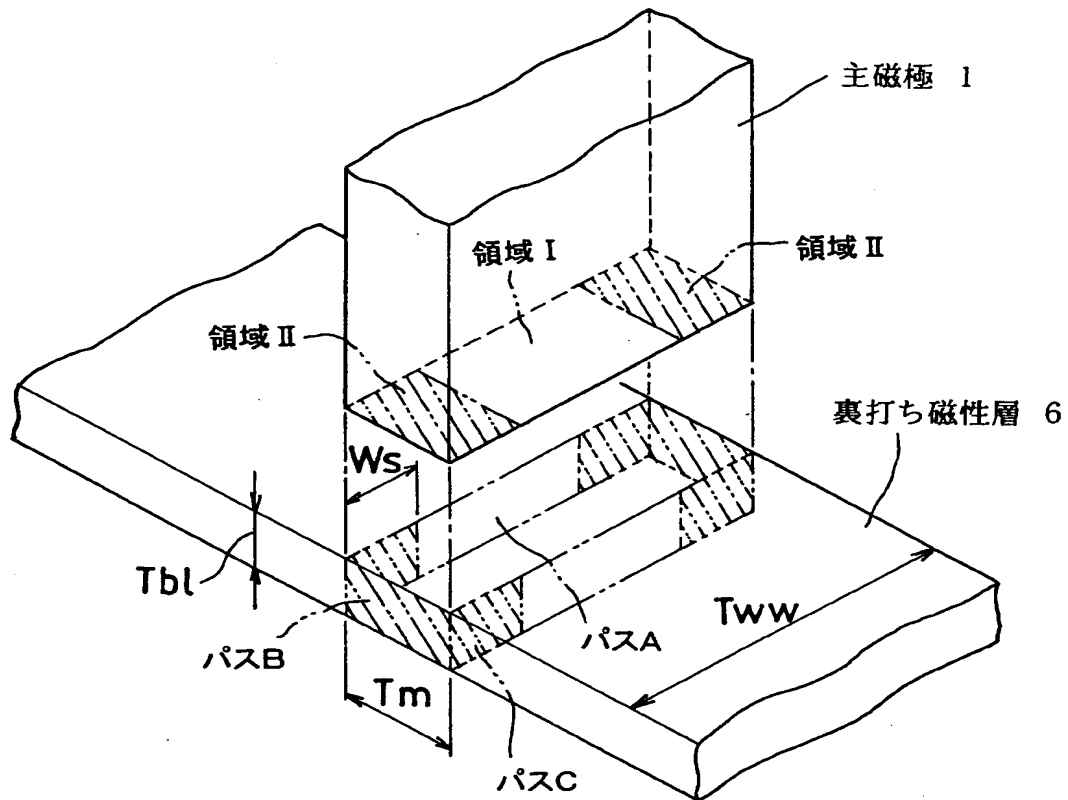
磁性層、 7 …下部シールド、 8 …再生素子、 9 …基板、 1 0 …主磁極先端面、 1
1 …裏打ち磁性層内磁束パス断面

【書類名】 図面

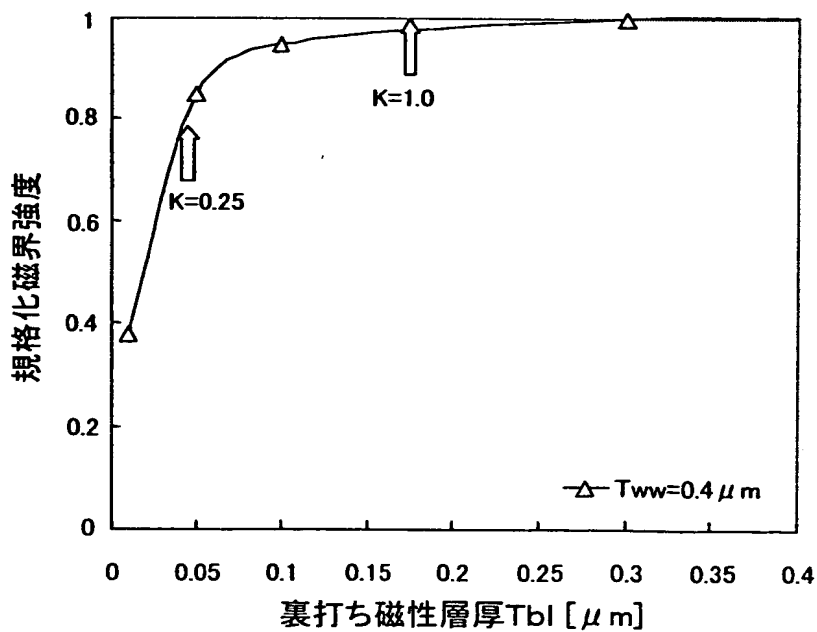
【図 1】



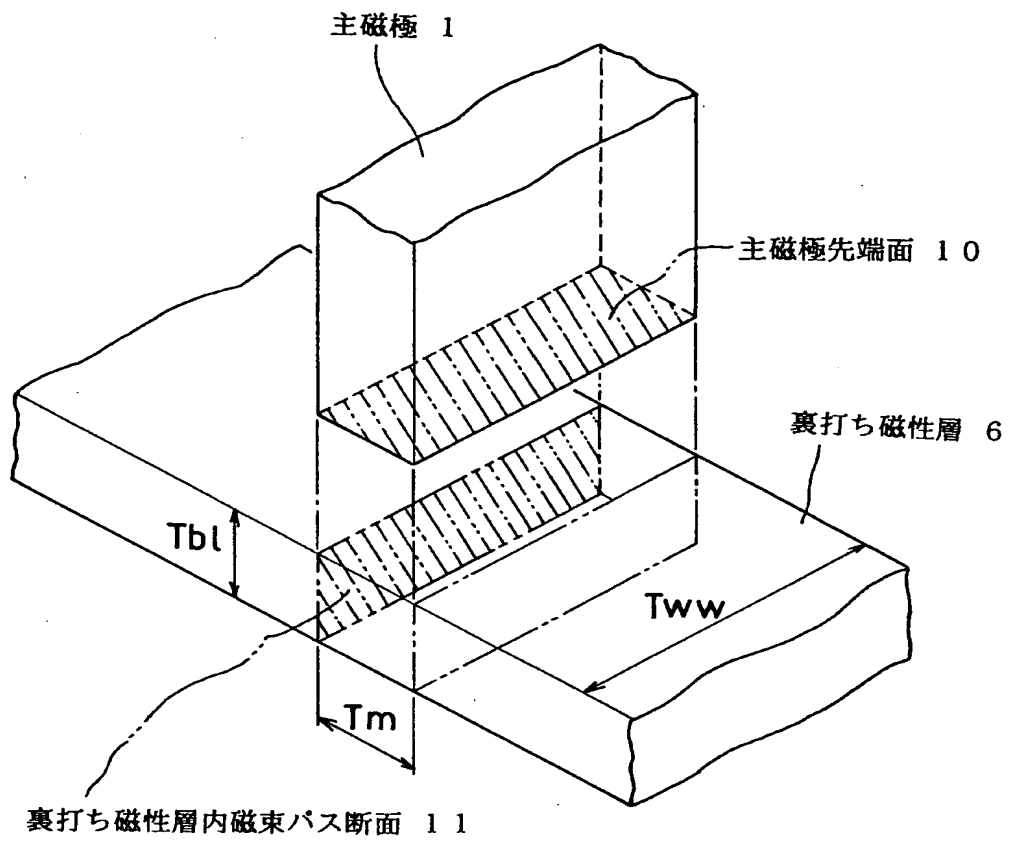
【図 2】



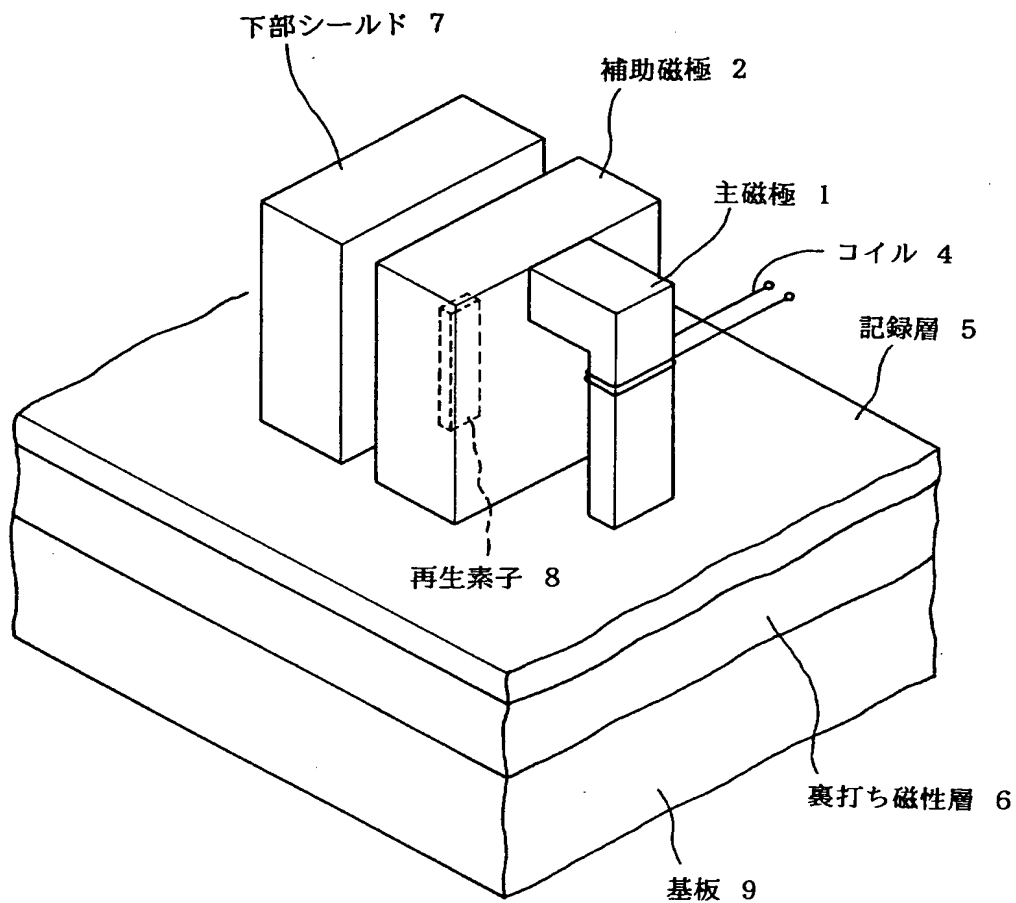
【図 3】



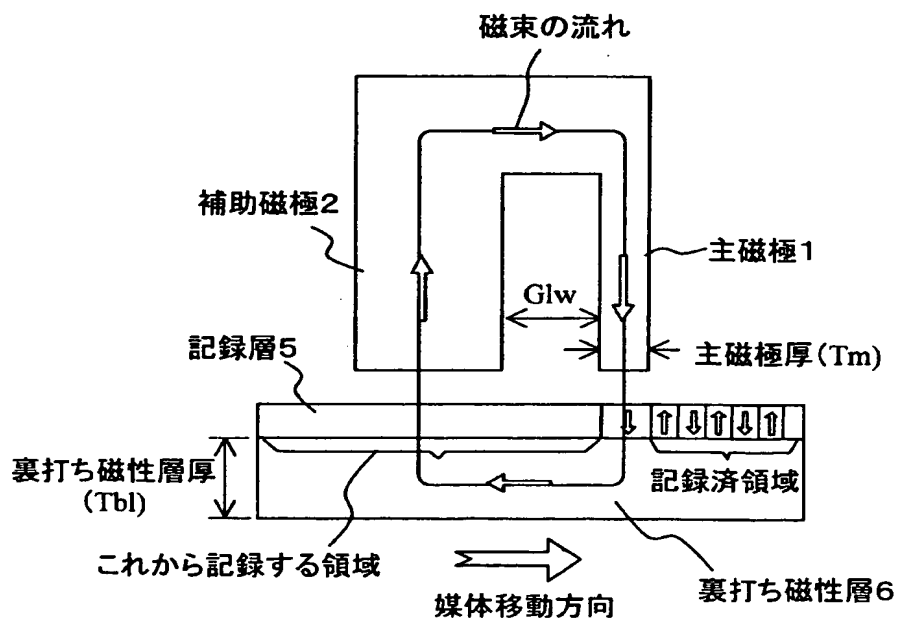
【図 4】



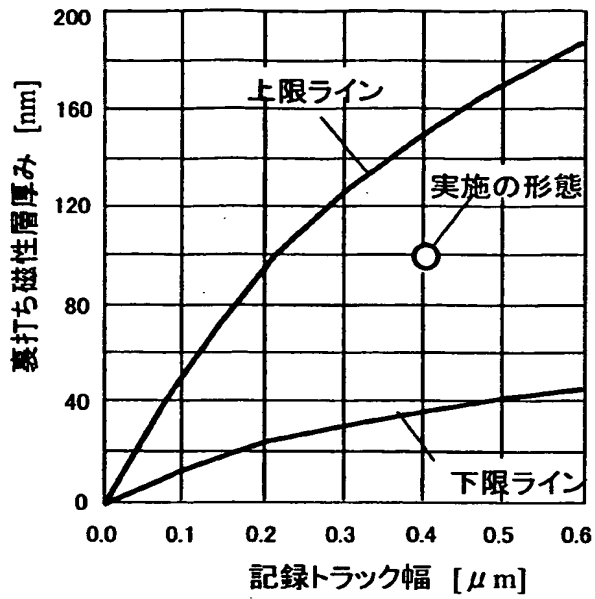
【図 5】



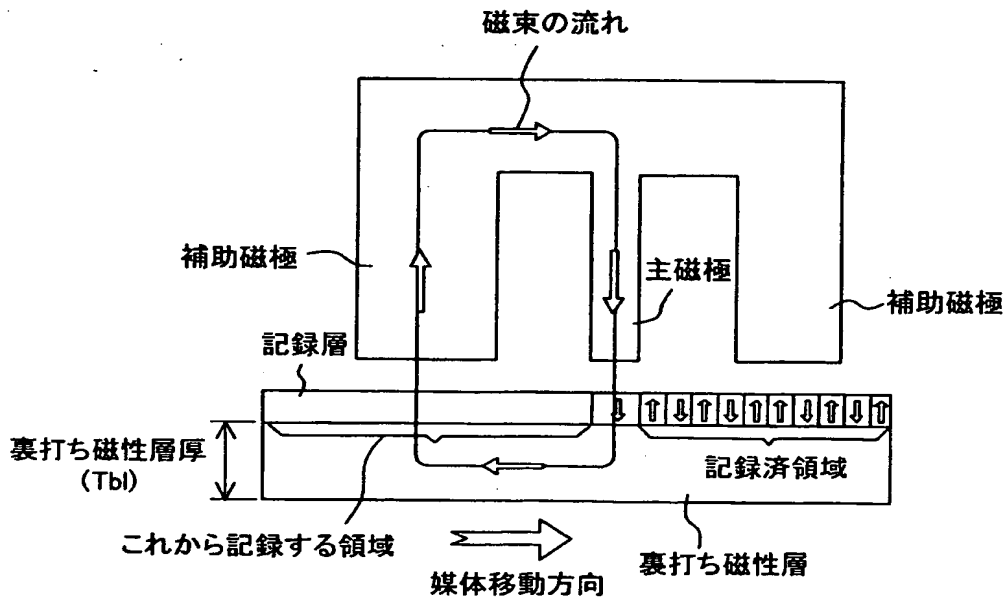
【図 6】



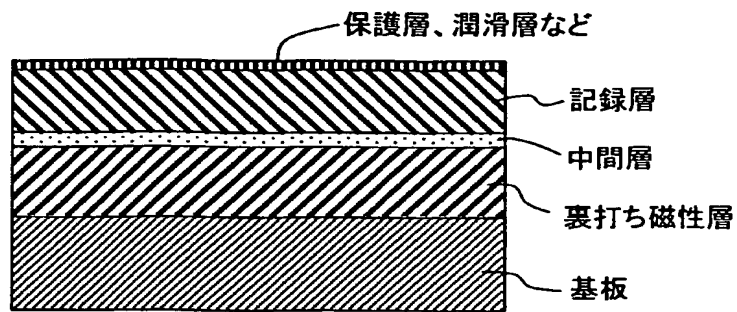
【図 7】



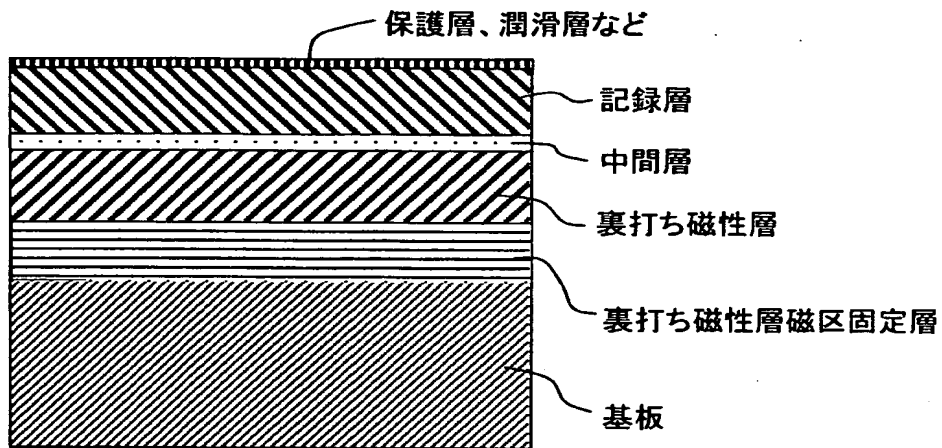
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚みを、飽和を回避しながら従来より薄くする。

【解決手段】 二層垂直磁気記録媒体の裏打ち磁性層の厚みを T_{bl} 、飽和磁束密度を B_{s2} 、磁気記録ヘッドの主磁極 1 の浮上面近傍のトラック方向の磁極厚を T_m 、トラック幅を T_{ww} 、飽和磁束密度を B_{s1} とするとき、

$$T_{bl} < (B_{s1} \times T_m \times T_{ww}) / 2 (B_{s2} \times (T_m + T_{ww}))$$
を満たすようにする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005083]

1. 変更年月日	1999年 8月16日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目2番1号
氏 名	日立金属株式会社